

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-272259

(43)Date of publication of application : 26.11.1987

(51)Int.Cl.

G03F 7/20
H01L 21/30

(21)Application number : 61-114898

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 21.05.1986

(72)Inventor : ISHIZAKA SHOJI

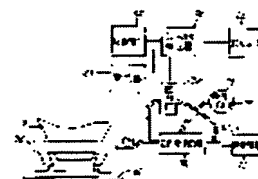
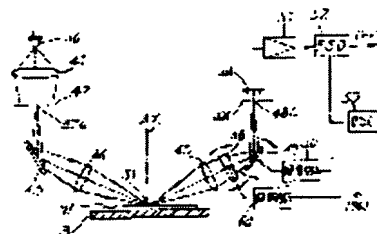
TANIMOTO SHOICHI

(54) PROJECTING OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain an excellent focusing without fail by constituting such that a nonoptical means corrects results obtained by optically detecting the interval between a projecting optical system and a substrate to be projected.

CONSTITUTION: A reticule is lighted, and its pattern image is formed on a wafer W through a projecting lens 2. A slit optical image passing through a slit 42a is obliquely projected on the wafer, and its reflected light is image- formed on a slit plate 48 through a lens 45. A wafer placing stand 3 is moved in an optical axis direction AX by a focus signal FRS generated by a PSD 52, and further moved in the focus position of the projecting lens. By vibrating a vibration mirror 47, the focus position is corrected. An air distributor 7 feeds air, and a change in pressure due to a fine change in the distance between the lens 2 and the wafer W is detected, whereby a focus correcting unit 74 focuses and corrects the position. The disadvantages of an air micrometer system and an optical system are made up, and a pattern can be exposed on the optimum image forming surface of the optical system accordingly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-272259

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)11月26日

G 03 F 7/20
H 01 L 21/30

7124-2H
Z-7376-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 投影光学装置

⑯ 特 願 昭61-114898

⑰ 出 願 昭61(1986)5月21日

⑱ 発 明 者 石 坂 祥 司 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑲ 発 明 者 谷 元 昭 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑳ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

投影光学装置

2. 特許請求の範囲

マスクのパターンを投影光学系を介して被投影基板に投影する投影光学装置において、

前記投影光学系と被投影基板の表面との間隔を非光学的に検出する第1検出手段と、

前記投影光学系の結像面と前記被投影基板の位置関係を光学的に検出する第2検出手段と、

前記第1検出手段の検出結果に基づいて前記第2検出手段の検出結果を補正する補正手段とを具備したことを特徴とする投影光学装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は投影光学装置にかかるところであり、例えば、半導体デバイス製造用の露光装置の投影光学系における結像位置合わせ方式の改良に関するものである。

(発明の背景)

露光装置、特に縮小投影型露光装置は、近年、集積回路の生産になくてはならないものになってきている。このような露光装置では、通常レチクル上の回路パターンを、半導体ウェハ上に1/5又は1/10に縮小投影し、線幅で1 μ m以上の解像度を得ている。

特に現在では、半導体デバイスの集積度の向上を図るため、大きな投影露光領域を保ちつつ、解像度を上げるような投影レンズが要望されるに至っている。

ところで、より高い解像度を得るためには、投影レンズの開口数(N.A.)を大きくしなければならないが、そうすると必然的に焦点深度が浅くなる。所定のパターン線幅精度を得るための焦点深度は、転写する最小パターンが小さい程小さくなり、例えば、1 μ mのライン・アンド・スペースのパターンを転写する場合は、±1 μ m程度の焦点深度となる。

従来、以上のような焦点深度内に半導体ウェハなどの被投影基板を位置付けるための手段として

は、光学的方法と非光学的方法とがある。

これらのうち、光学的方法では、基板上的露光領域内の任意の部分で投影光学系の焦点位置ないし焦点面の検出が可能である。しかしながら、被投影基板である半導体ウェハ上には、一般に光学的には透明なレジスト膜が存在し、その厚さは $1\mu\text{m}$ ないし $5\mu\text{m}$ 程度である。このため、光学的方法では、レジスト膜内のどの位置を焦点面として検出しているかは、レジスト膜厚とその屈折率に依存することとなる。

他方、エアマイクロナメータ等を用いた非光学的方法では、常にレジスト膜表面を検出しているが、装置の幾何学的配置から投影光学系の露光領域内で焦点面の検出を行うことができず、また半導体ウェハの周辺を露光する場合には適用することができないという不都合がある。

(発明の目的)

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、焦点合わせを常に良好に行うことができる投影光学装置を提供することをその目的とするもの

らなっている。

更に、レチクルステージ1には、レチクルRの周辺部を真空吸着するための保持部1bが複数設けられており、これらの保持部1bにより、レチクルステージ1にレチクルRが吸着保持される。

レチクルステージ1は、図示するx-y方向に微動し、レチクルRの中心が投影レンズ2の光軸AXと一致するように位置決めが行なわれる。

次に、投影レンズ2の下方には、ステッパー固有の二次元移動ステージが設けられている。まず、被投影基板としてのウェハWは、ウェハチャック3上に真空吸着されている。このウェハチャック3は、投影レンズ2の光軸AX方向、すなわちZ方向に上下動するZステージ4上に設けられている。このZステージ4は、y方向に移動するYステージ5上をx方向に移動するXステージ6の上に、モータ7によって上下動するように設けられている。モータ8及び9は、各々Yステージ5、Xステージ6の一次元駆動を行うため

のである。

(発明の概要)

本発明は、光学的な焦点検出機構を、エアマイクロナメータなどの非光学的な焦点検出系を用いて補正し、常に投影光学系の最良結像面をレジスト膜表面上を基準として、レジスト膜内の任意の位置に位置付けることを技術的要点としている。

(実施例)

以下、本発明の実施例を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。第1図には、本発明の実施例にかかる縮小投影型露光装置、いわゆるステッパの全体の概略構成が示されている。

第1図において、投影対象である回路パターン等が描かれたレチクルRは、レチクルステージ1に設置支持されている。このレチクルステージ1には、レチクルRのパターン領域Prを通過した照明光(パターン光像)が投影レンズ2に入射するための開口部1aが形成されている。この開口部1aによって、レチクルRに描かれた回路パターンの光像が、後述するウェハW上に投影され

るものである。

更に、Zステージ4のx方向及びy方向の側辺には、ステージの座標位置を検出するレーザ干渉測長器のための移動鏡10、11が各々設けられている。

以上のような装置において、図示しない照明光学手段によりレチクルRを照明すると、パターン領域Pr中のパターン像が投影レンズ2の結像面に結像する。この結像面とウェハWの表面との位置関係、すなわち投影レンズ2とウェハWとの間隔を検出する光学的焦点位置検出手段として、投光器20と受光器21とが各々設けられている。

これらのうち、投光器20は、投影レンズ2の結像面上に結像するようなスリット光像を斜めに投射し、受光器21は、該結像面に位置したウェハWからの前記スリット光像の反射光を受光して、ウェハWのZ方向の位置、すなわち投影レンズ2とウェハWの間隔を検出する機能を有するものである。このようなスリット状又は矩形の光束をウェハW上に斜めに照射して焦点を検出する斜

入射光式焦点検出器は、基本的には特開昭56-42205号公報に開示されているものと同様である。

更に、受光器21は、ウェハWからの反射光の光電信号を同期整流することによって、ウェハWの表面位置を表わすような焦点信号を出力する。この焦点信号は、同期整流された信号であるから、光電顕微鏡等の出力特性と同様なSカーブ特性を有し、焦点合わせのための制御回路22に入力される。この制御回路22は、焦点信号に基づいて、Zステージ4の上下動用のモータ7をサーボ制御するための制御信号を出力する機能を有する。これによる制御により、焦点信号が合焦を表わすような高さ位置にウェハWの表面が位置するように、Zステージ4の調整が行われる。

第2図には、上記実施例の光学的焦点位置検出手段の詳細な構成例が示されている。なお、この図に示す例は、投影レンズの結像面とウェハWの表面とが一致しているものとする。

第2図において、発光ダイオード(以下、単に

形成されるようになっている。

該スリット板48には、スリット48aが設けられており、このスリット48aを透過した光は、光電検出器49に受光されるようになっている。

以上の拡大レンズ45、平行平板ガラス46、振動ミラー47、スリット板48、および光電検出器49によって、第1図の受光器21が構成されている。

なお、振動ミラー47は、駆動部50によって、光像S1の拡大像がスリット板48上をスリット48aと平行に、かつその長手方向と直交する方向に単振動するように駆動される。

次に、光電検出器49からの光電信号は、アンプ51で増幅された後、同期整流(同期検波)回路(以下「PSD」という)52に入力されるように接続されている。このPSD52は、振動ミラー47の振動周波数を決定する発振器(以下「OSC」という)53からの基準周波数信号を入力し、その信号で光電信号を同期整流すること

「LED」という)40は、ウェハW上のフォトレジストを感光させないブロードバンド波長の光を照明光として出力する。この照明光は、コンデンサレンズ41によって集光され、細長い矩形状のスリット42aを有するスリット板42に入射するようになっている。スリット42aを透過した光は、ミラー43で反射されるとともに縮小レンズ44で収束される。

また、収束された照明光は、ウェハWの表面のうち、投影レンズ2の光軸AX近傍に入射し、スリット42aの光像S1が結像される。

以上のLED40、コンデンサレンズ41、スリット板42、ミラー43、及び縮小レンズ44によって、第1図の投光器20が構成される。

次に、ウェハWからの反射光は、拡大レンズ45、平行平板ガラス(ブレンパラレル)46、及び振動ミラー47を介してスリット板48に導かれるようになっている。すなわち、スリット板48上に、上述した光像S1の拡大像が

によって焦点信号FPSを出力する機能を有する。

以上の駆動部50、アンプ51、同期検波回路52、および発振器53によって、第1図の制御回路22が構成されている。

上述した平行平板ガラス46は、拡大レンズ45の後の集光系内に配置され、駆動部60によって所定の角度範囲内で傾斜可能に構成されている。この平行平板ガラス46の傾斜の程度が変化すると、スリット板48上に形成される光像S1の拡大像の振動中心が、スリット48aの長手方向と直交する方向(第2図では紙面内左右方向)にシフトする。このスリット48aに対する振動中心のシフトは、焦点信号FPSが合焦、すなわちSカーブ特性波形上の零点位置と判断されるときウェハWの位置を、Z方向にシフトしたものと等価である。本実施例では、この平行平板ガラス46と駆動部60とによって焦点位置の補正(キャリブレーション)が行なわれる。

次に、第3図を参照しながら、上記実施例に付

加されて設けられるエアマイクロ系の構成について説明する。

第3図において、エアは圧力レギュレータ73を通過する際に圧力一定となり、エア分配器70に供給されるように接続されている。ここで分配されたエアのうち、一方は流量調整弁71へ、他方はエアマイクロ76に供給されるように配管されている。このエアマイクロ76側の圧力 P_1 と流量調整弁71側の圧力 P_2 の差 $P_2 - P_1$ は、差動圧力計72によって計測されるようになっている。

次に、以上の装置の動作について説明する。ウェハWが投影光学系の光軸AX方向に変化すると、エアマイクロ76側のエア圧力が変化する。このため、投影光学系とウェハWの間隔は、圧力計72の出力によって計測できる。このエアマイクロ系の特徴は、常にウェハW上のレジスト表面の位置を計測できることである。なお、以上の装置は、第1図には示されていないが、第2図の装置とともに第1図の装置に付加されるものである。

TTLフォーカス検出方式がある。

以上の操作の後に、第3図のエアマイクロ系の出力が同一のZ方向における反射板23に対して零になるように流量調整弁71を調整する。そして、第2図の光学的焦点位置検出手段の出力も同様に反射板23（同一Z方向）に対して零になるようにハービング平行平板ガラス46の回転が駆動部60により行われる。その後、レジストの塗布されたウェハWを、投影レンズ2の直下に移動させ、エアマイクロ系の出力の値がゼロになるようにZステージ4を上下動させる。この状態で、光学的焦点位置検出手段の出力を測定すると、その出力は、光学的焦点位置検出手段がウェハW上のレジスト内のどの位置を検出するかにより零と異なったものになる。この値をフォーカス補正器74内に記憶させて、受光器21内の駆動部60（第2図参照）にオフセットを加えるようにすれば、光学的検出手段でも常にレジスト表面を検出することができる。

なお、レジストの厚み、或はウェハ表面の状

る。

上述した差動圧力計72は、第1図の受光器21および第2図の駆動部60とともに、フォーカス補正器74に接続されており、このフォーカス補正器74は、コンピュータ75に接続されている。

次に、上記実施例の全体的動作について説明する。本実施例では、第3図に示したエアマイクロ系を用いて、第2図に示した光学的焦点位置検出手段による検出焦点位置の補正が行われる。

まず投影レンズ2の直下に、第1図に示したようにZステージ4上に形成された反射板23（被投影基板）を移動し、他の適宜の手段を用いて計測した投影レンズ2の最適結像面と、移動させた反射板23の表面とが一致するようにZステージ4を上下動させる。なお、前記他の手段としては、例えば、反射板23上に細いパターンを形成し、このパターンのコントラストを、投影レンズ2に対してレチクルRと共役な位置に配置した撮像管あるいは固体撮像素子で観察する方法所謂

態、例えばA1等の存在により、レジスト表面に投影レンズ2の最適結像面を合わせるのが必ずしも好ましくない場合がある。この場合には、コンピュータ75を用いて作業者が適当な数値量を入力し、これに基づいてフォーカス補正器74、受光器21により光学的焦点位置検出手段にオフセットを加えるようにする。この操作により、作業者は、投影レンズ2の最適結像面を、レジスト表面を基準する任意の位置に設定することができる。

なお、本発明は何ら上記実施例に限定されるものではなく、例えば上記実施例では、エアマイクロ系を投影レンズ下部に位置付けたが、エアマイクロ系は露光時には用いないので、必ずしもかかる配置とする必要はなく、第4図に示す配置でもよい。但しこの場合は、エアマイクロ系と光学的焦点位置検出手段とを同時に反射板23上で検出できないので、反射板23を投影レンズ2の最適結像面に位置付けた後に、エアマイクロ系と光学的焦点位置検出手段とをそれぞれ反射板やウェハを移動させて、別々に調整しなければならない。

しがし、投影レンズ付近にエアマイクロ76を配置しているので、ウェハとのワーキングディスタンスが広がり、光学的フォーカス検出器を配置しやすい利点がある。

またエアマイクロ以外に静電気容量の変化を応用したギャップセンサーによりウェハ面の高さを検出してもよい。また光学的な焦点検出系としてはTTL方式のものでも同様の効果を得られる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、露光領域内を検出できないエアマイクロの欠点と、レジスト膜内のどの位置を検出しているかが不明確な光学的検出手段の欠点を互いに補い、常に投影光学系の最適結像面を、最適な位置に設定することができ、これによって露光されるパターンの線幅コントロールをより精密に行うことができ、その再現性が向上するという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

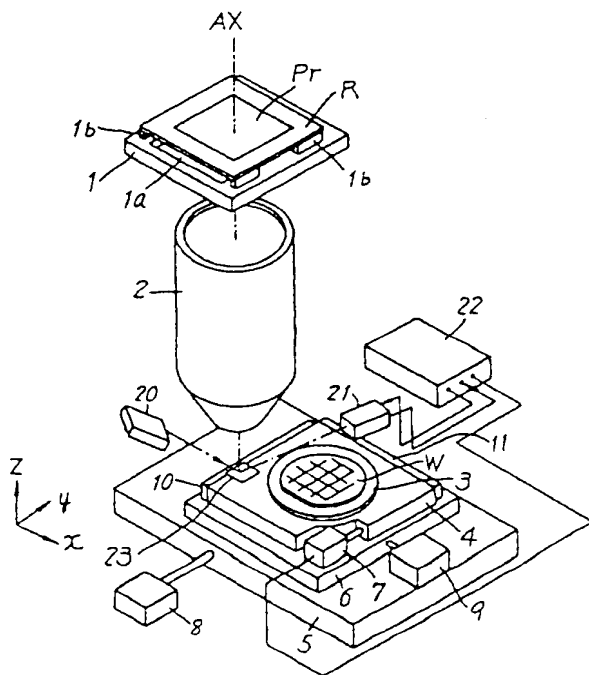
第1図は本発明の実施例にかかる縮小投影型露光装置の主要な構成を示す斜視図、第2図は本発

明の実施例による光学的焦点位置検出手段を示す構成図、第3図は本発明の実施例によるエアマイクロ系を示す構成図、第4図はエアマイクロ系の他の配置例を示す構成図である。

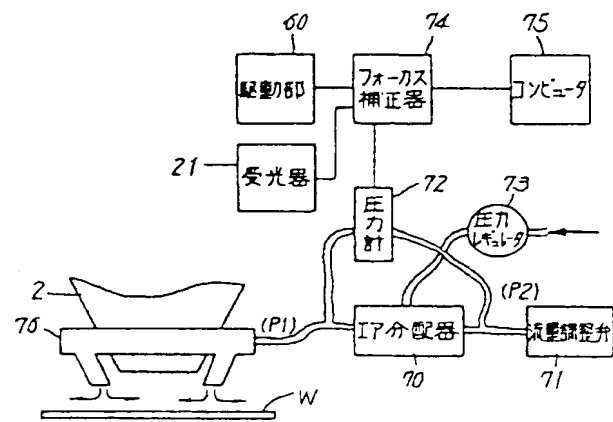
(主要部分の符号の説明)

2…投影レンズ、4…Zステージ、20…投光器、21…受光器、23…反射板、46…平行平板ガラス、70…IP分配器、71…流量調整弁、72…作動圧力計、73…レギュレー、74…フォーカス補正器、75…コンピュータ、76…エアマイクロ、R…レチクル、W…ウェハ

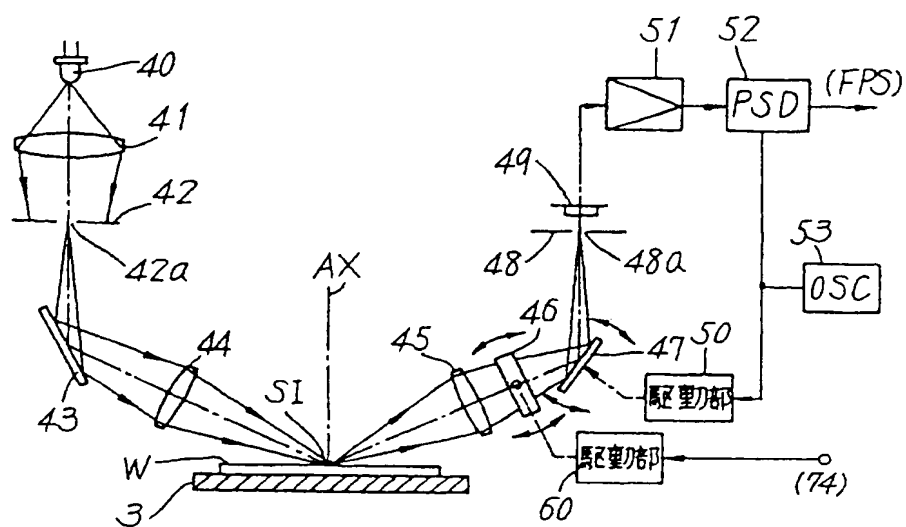
代理人 弁理士 佐藤 正年



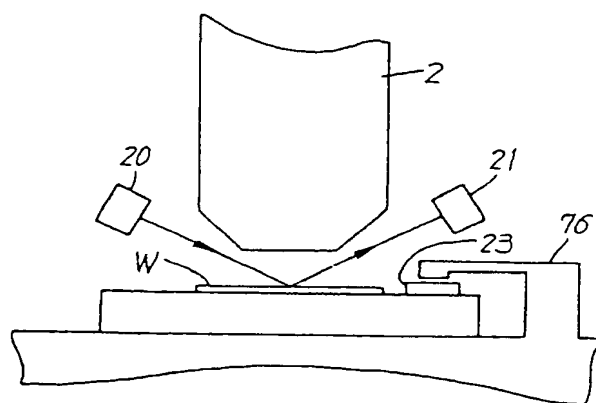
第1図



第3図



第 2 図



第 4 図